

# Náhrada potenciometrů hallovými snímači

(pro klub Asfaltových holubů i jiné zájemce sepsal Pete)

Už nějaký čas uvažuji nad stavbou vlastního joysticku postaveného na základě robustní kovové konstrukce, s kuličkovými ložisky. Jako jediný možný problém ve spolehlivosti této konstrukce se jeví použití potenciometrů ke snímání natočení hřídele, dané naklopením páky joysticku v požadovaném směru.

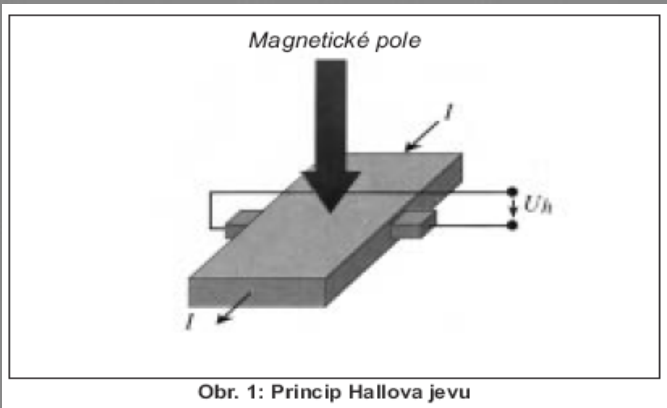
Jak je všeobecně známo, potenciometr je elektromechanická součástka, fungující na principu odporové dráhy a jezdce, posouvajícího se po této dráze. Tím dochází ke změně odporu a také napětí, které je vyhodnocováno elektronikou joysticku, nebo přímo obvody počítače (zapojení přes gameport). Díky tomuto mechanickému kontaktu dochází k vydírání a poškozování odporové dráhy, které má vliv na přesnost a plynulost změny odporu potenciometru a po čase může dojít až k jejímu úplnému zničení. Potenciometrů samozřejmě existuje celá řada lišících se provedením, použitými materiály a životností (drátové, lakosazové, cermentové, s plastovou dráhou...).

Proto jsem hledal řešení, které by bylo založeno na bezkontaktním snímání a bylo pokud možno finančně únosné. Jako nejvíce vhodné přicházelo v úvahu optické nebo magnetické. U optického, fungujícího na principu střídavého zakrývání a odkrývání clonky mezi led diodou a fototranzistorem, se vyskytl problém s velikostí i s vlastní výrobou clonky-kotouče a s jeho jemností potřebnou k plynulému snímání a uspokojivému rozlišení. A samozřejmě přibyla nutnost udělat pro tento systém vyhodnocovací elektroniku. Proto jsem od tohoto řešení upustil a věnoval se dále pátrání po snímačích magnetického pole. Nalezl jsem dodavatele těchto hallových snímačů, používajících se v průmyslu, ale cena byla nepředstavitelně vysoká (cca 4.500,- Kč/1 ks). Až "Mungo" mě přivedl na stopu, někdo už experimentoval na RS fóru (automobilové simulátory) s použitím hall čidla a magnetu. Po pročtení tohoto fóra a odkazů jsem tedy objednal 4 ks podobných čidel (cena cca 80–110,- Kč/1ks) a dal se do experimentování.

Nejprve si tedy představíme tuto elektronickou součástku a popíšeme její funkci.

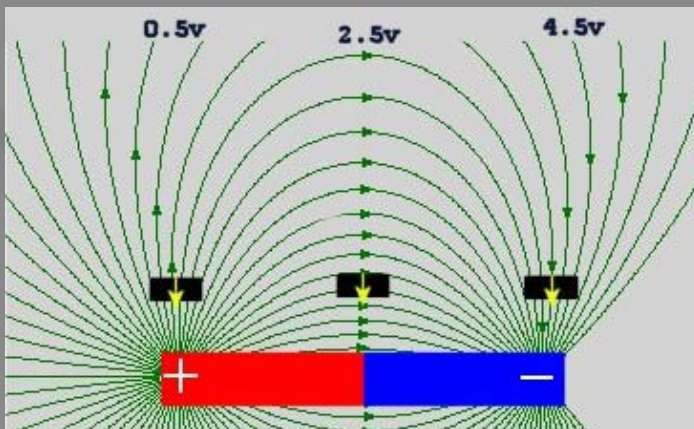
Jedná se o polovodičový senzor pracující na principu hallova jevu.

Hallův jev, který objevil v roce 1879 americký fyzik Edwin Herbert Hall, je proces generace elektrického pole v polovodiči za současného působení vnějšího elektrického i magnetického pole. Důsledkem toho se hromadí na jedné straně látky záporný náboj a na straně druhé náboj kladný. Příčinou této odchylky je elektromagnetická Lorentzova síla. Díky tomu, že póly mají různý potenciál, kolmý na směr proudu, vzniká Hallovo napětí. Vzorkem tak protéká proud o určité hustotě.

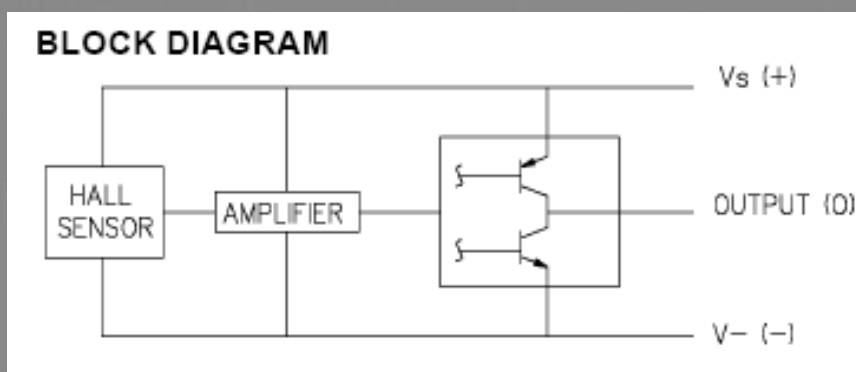


Napětí  $U_h$  je Hallovo napětí a tenká polovodičová destička zapojená podle nákresu se nazývá " Hallův generátor " ( Hallova sonda ). V nenasyčeném stavu existuje mezi magnetickým polem a Halloovým napětím lineární vztah. Hallovo napětí je velmi malé, pouze několik milivoltů.

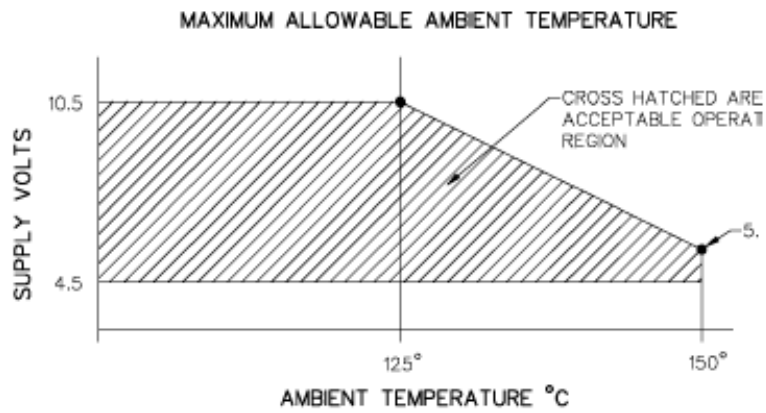
Samotný snímač je poměrně malý, v pouzdře o rozměrech 4 x 3 x 2,7 mm, zakončený třemi vývody o délce 15 mm. V pouzdře je integrován také zesilovač, který zesiluje Hallovo napětí na použitelnou velikost pro další zpracování. Senzor pracuje se vstupním stejnosměrným napětím 4,5 až 10,5 V, které se přivádí na dva vývody, ze třetího se pak odebírá naměřené napětí, odpovídající změně magnetického toku.



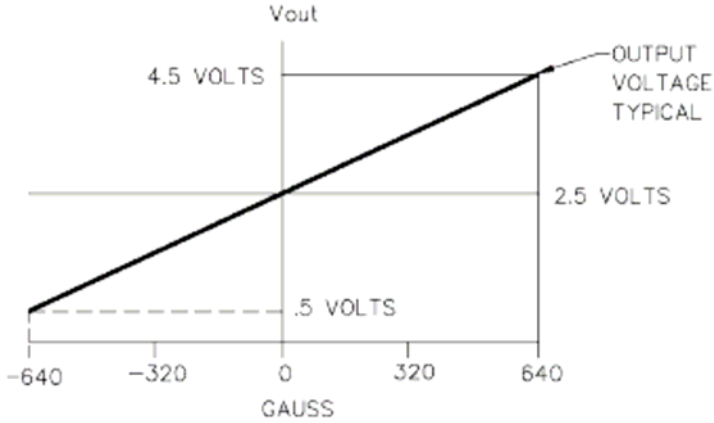
Provozovat jej lze při teplotě až 125° C při vyšší je pak nutné snížit vstupní napětí.



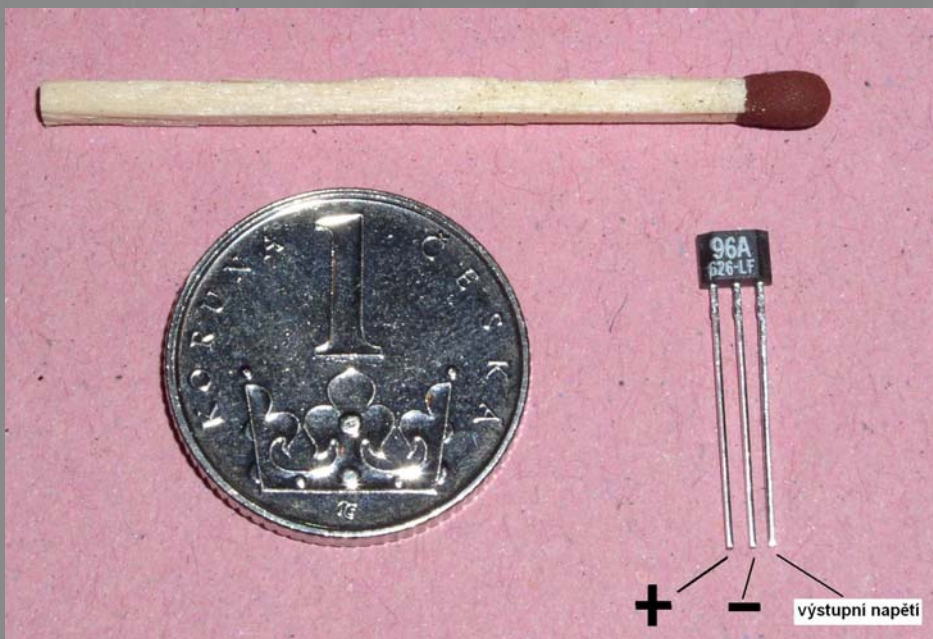
### MAXIMUM SUPPLY VOLTAGE vs. TEMPERATURE



### TRANSFER CHARACTERISTICS at $V_s = 5.0$ VDC



Skutečná velikost senzoru

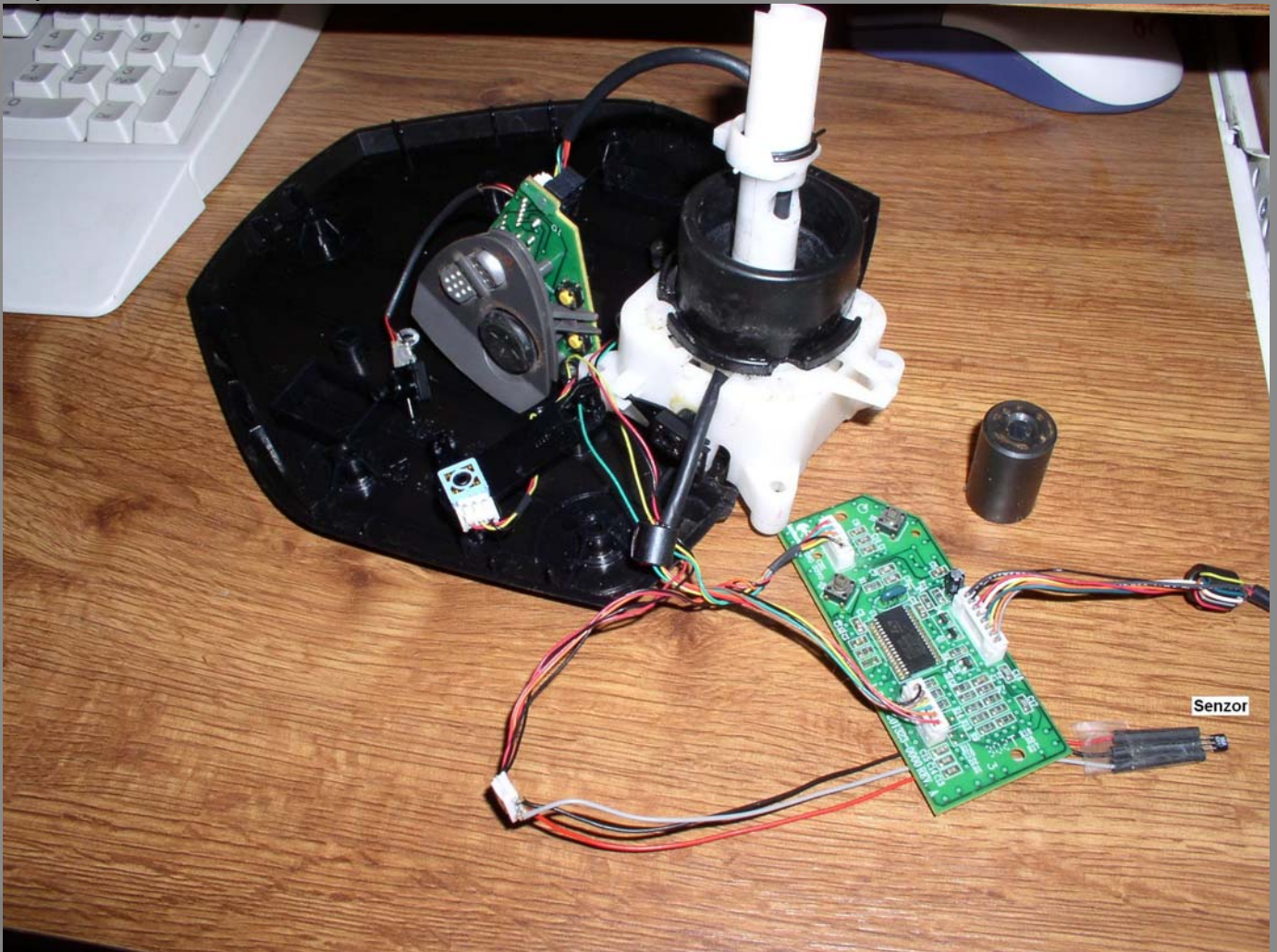


Tak a teď se konečně dostaneme k praktickým poznatkům. Dejte pozor na SPRÁVNÉ ZAPOJENÍ ! Není to stejné jako u potenciometrů! Zapojení je na obrázku. Já jsem použil senzor firmy Honeywell typ SS 496 A1 (+- 840 Gaussů, min. 750 ). Pro použití méně silných magnetů můžete použít typ SS 465 A1 (+-670 Gaussů, min. 600), který pracuje se slabším magnetickým polem. Pro odzkoušení funkce mi posloužil joystick Logitech WingMan Extreme Digital 3D, u kterého mi před časem praskla základna a jako magnet jsem použil magnetický rotor miniaturního motorku čerpadla. Na obrázcích vidíte vše potřebné.

Senzor je zapojen přímo na konektor potenciometru osy X. Naměřené hodnoty napětí levého krajního a pravého krajního vodiče, vycházejícího z elektroniky joysticku, jsou 4,62 V DC, což je pro nás postačující. Střední vodič je použit pro snímané napětí. Po zapojení senzoru a za nepřítomnosti jakéhokoliv magnetického pole jsem mezi minusovým vodičem (černý) a středním vodičem naměřil napětí 2,31 V DC, což odpovídá poloze kalibračního kříže přesně uprostřed. Pak jsem vzal magnetický válec (toroid) s jedním severním a jedním jižním pólem po obvodu (diametrálně zmagnetovaný) a ve vzdálenosti 0,5 až 2 mm nad povrchem čidla jsem s ním otáčel střídavě na jednu i druhou stranu. Kalibrační kříž se plynule pohyboval jedním nebo druhým směrem podle toho, jaký pól magnetu se zrovna přibližoval k čidlu a krajní polohy kalibračního kříže odpovídaly napětí 0,4 V DC a 4,63 V DC. S takto zmagnetovaným toroidem jsem dosáhl v krajních polohách úhlu natočení přibližně + 45° a - 45° od svislé osy, což je pro joystick více než dostatečné. Dále jsem zkoušel ovlivňování magnetickým polem druhého toroidu a na vzdálenost větší než cca 3 cm se už neprojevovalo žádné ovlivnění. To je samozřejmě dáno rozměry a silou jednotlivých magnetů. Pro tyto pokusy jsem používal toroid o průměru 19 mm a výšce 30 mm. Poté jsem magnet rozřezal pomocí úhlové brusky a diamantového kotouče na menší kroužky. Tím se snížila intenzita magnetického pole a byla potřeba pohybovat magnetem co nejbližší čidla. Zároveň ale klesla možnost vzájemného ovlivňování blízko se pohybujících magnetů na cca 1 cm. Pro praktické využití bude potřeba použít toroidy o průměrech kolem 10 mm a šířkou 2-5 mm. Magnet jde diamantovým kotoučem nejen řezat, ale i brousit, musíte ale postupovat s citem a nesmíte jej ohřát nad tak zvanou Curieovu teplotu (u feritu kolem 450 °C), jinak dojde ke ztrátě jeho magnetických vlastností ! Také bych doporučoval upevnění toroidu tak, aby střed nebyl protnut magneticky citlivým materiálem, aby nedocházelo ke koncentraci magnetického pole toroidu do středu, ale bylo stejnoměrně rozloženo po obvodě.

V praktickém použití je potřeba brát zřetel na vzdálenost sousedních magnetů kvůli vzájemnému ovlivňování, na pevné uchycení senzoru a na přesnost a minimální vůle v uložení jednotlivých mechanických dílů, protože i malý rozdíl vzdálenosti senzoru od magnetu bude mít za následek změnu magnetického pole působící na senzor a tím dojde ke změně výstupního napětí z čidla a samozřejmě odpovídajícímu pohybu na dané ose v té které aplikaci. Vliv elektromagnetického pole vodičů a jiných zdrojů je zanedbatelný.

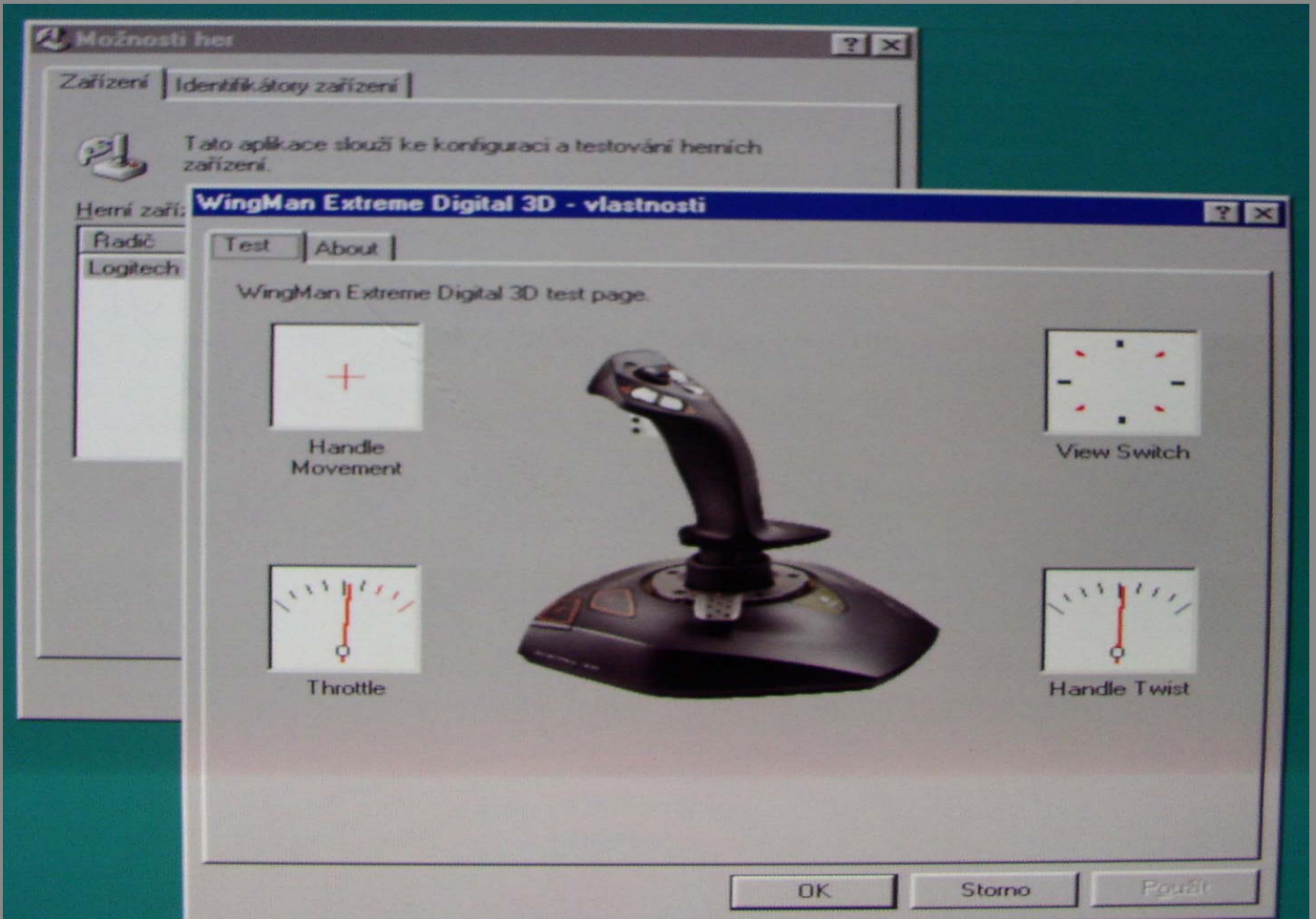
Joystik s čidlem a toroidem



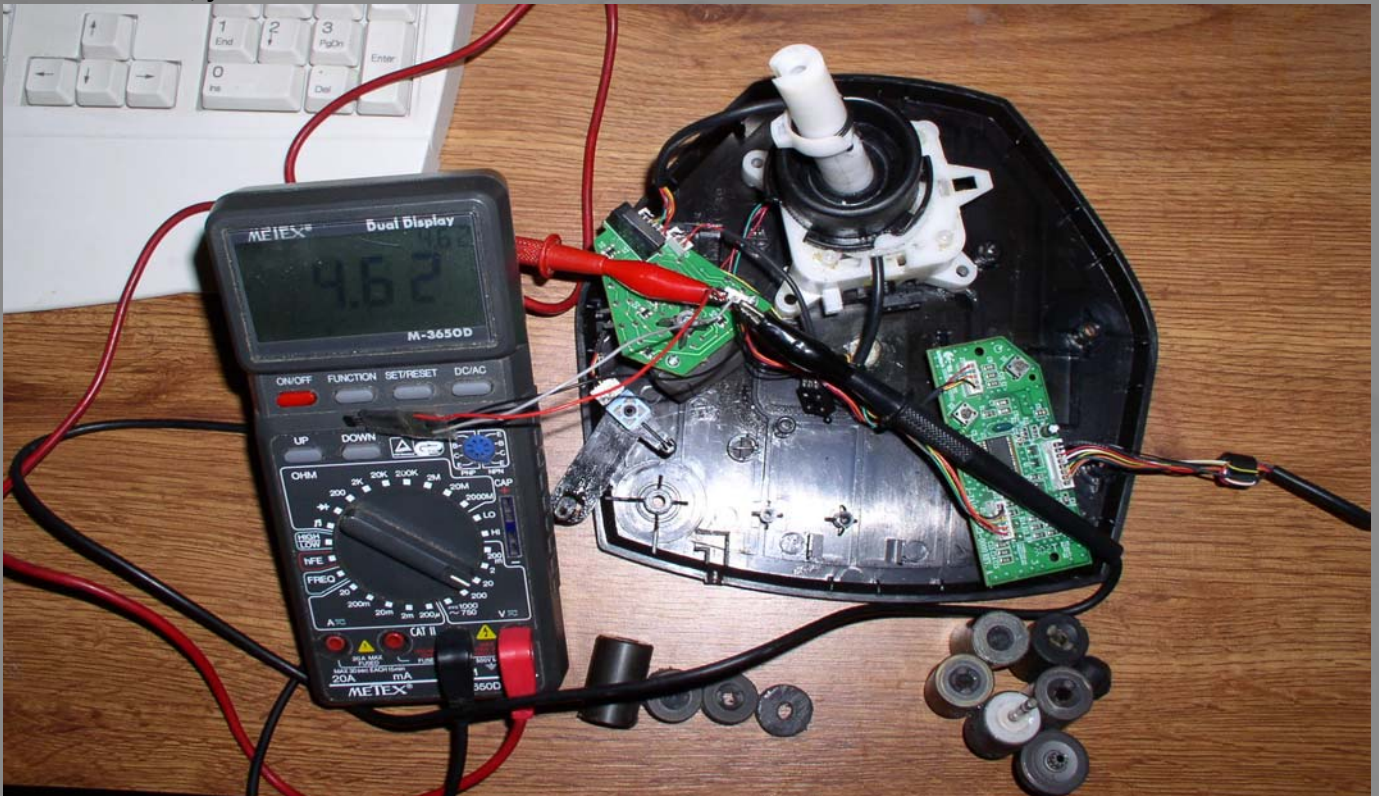
Magnety-toroidy



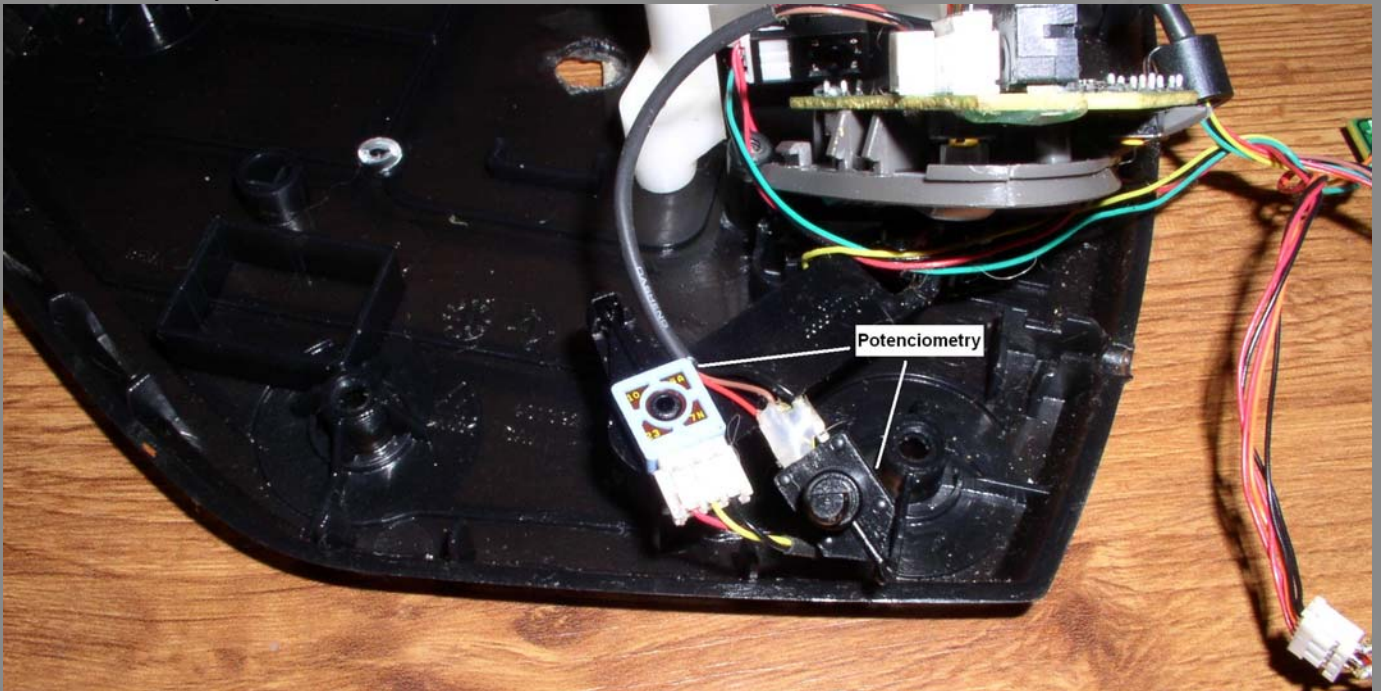
## Kalibrace-test



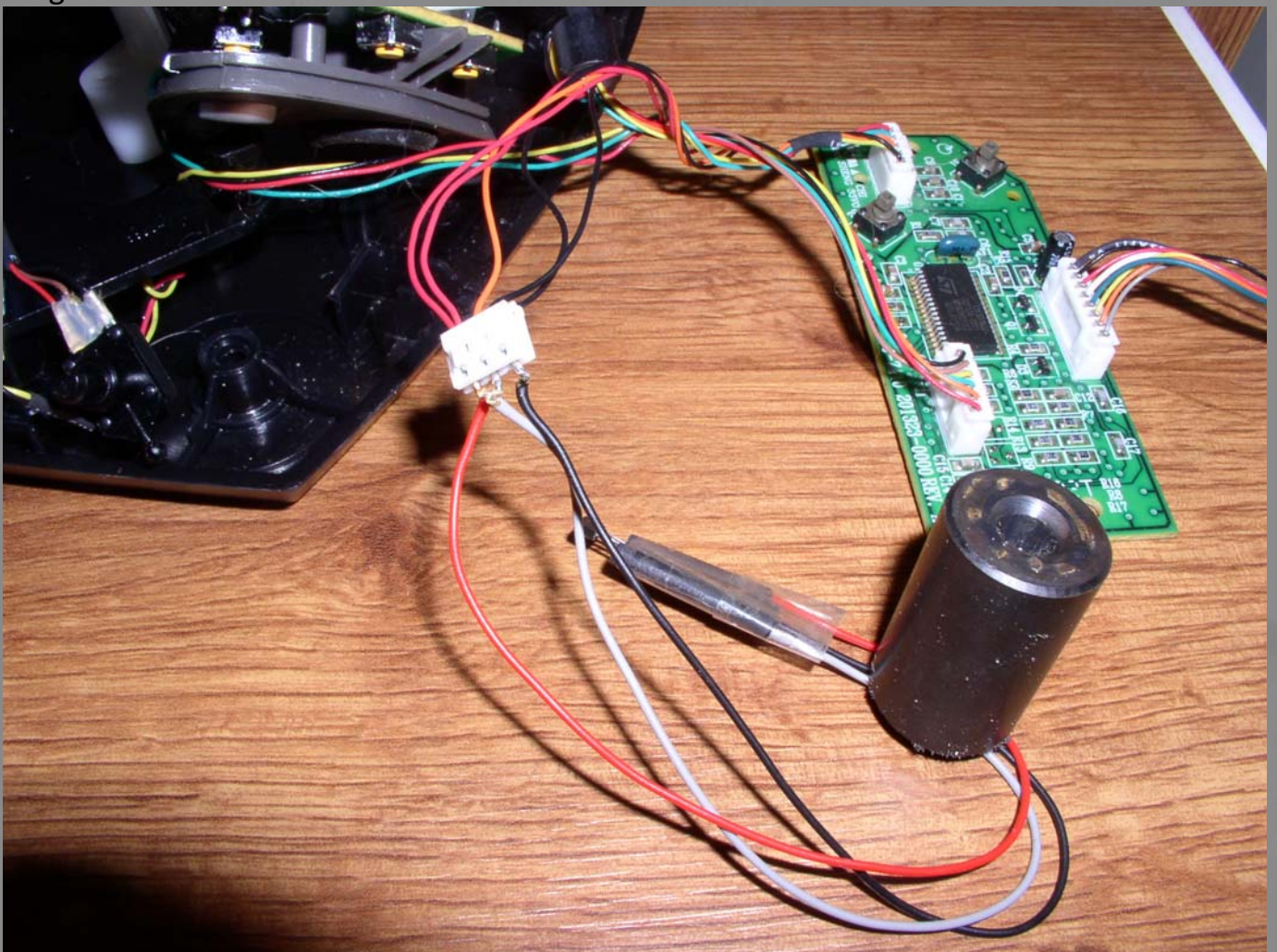
Dvakrát měř, jednou řež !



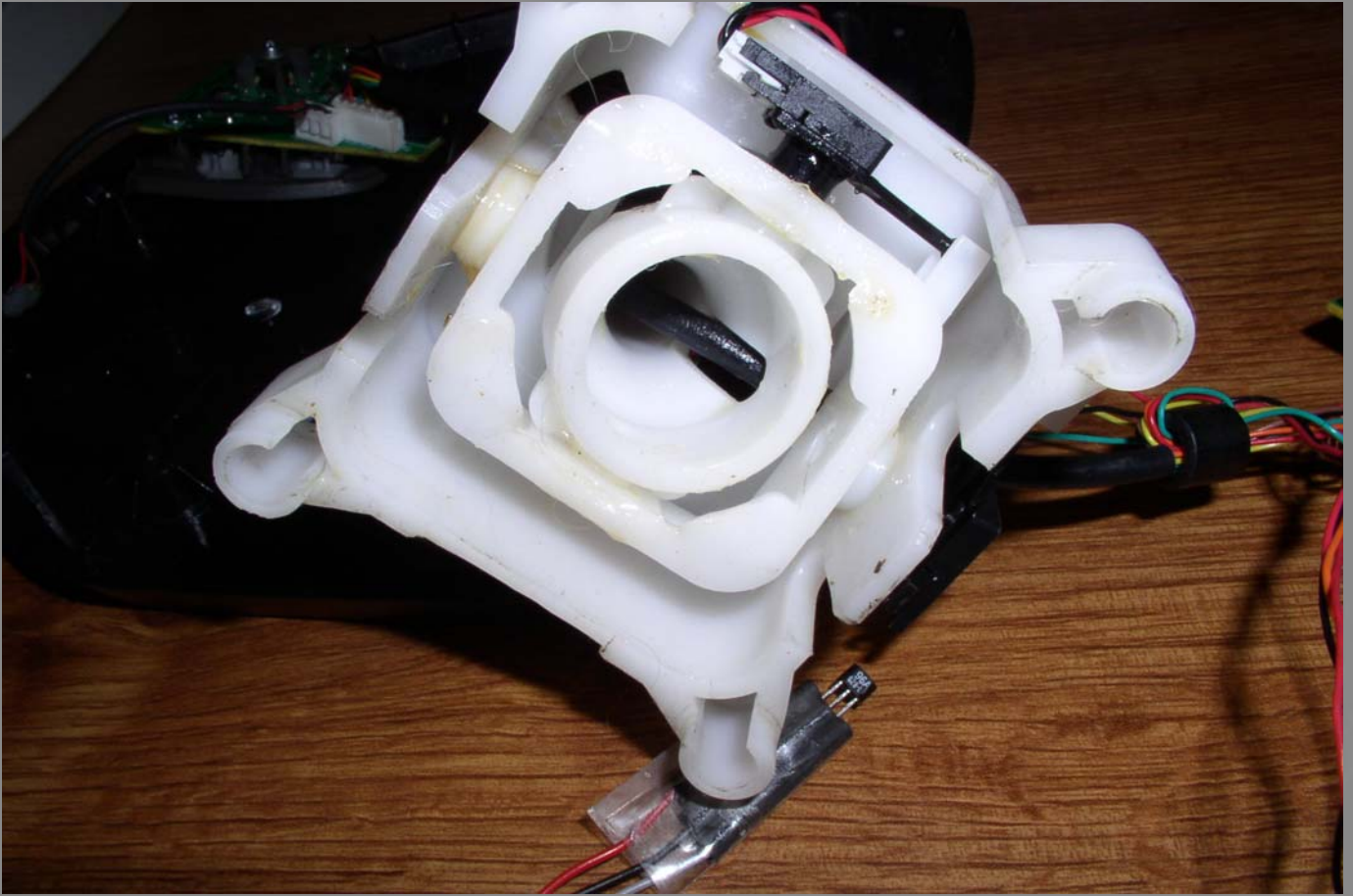
Potenciometry



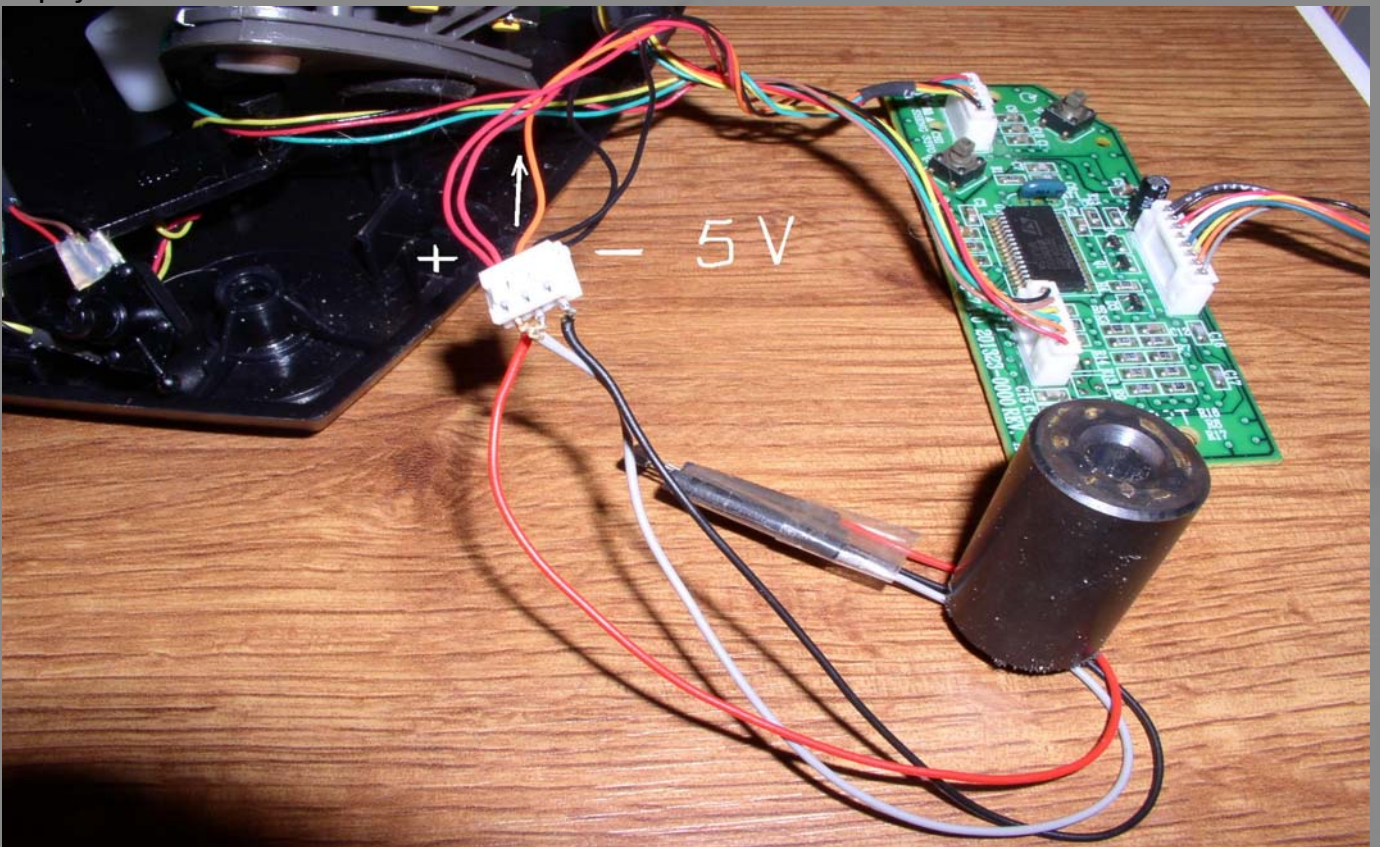
Magnet s čidlem



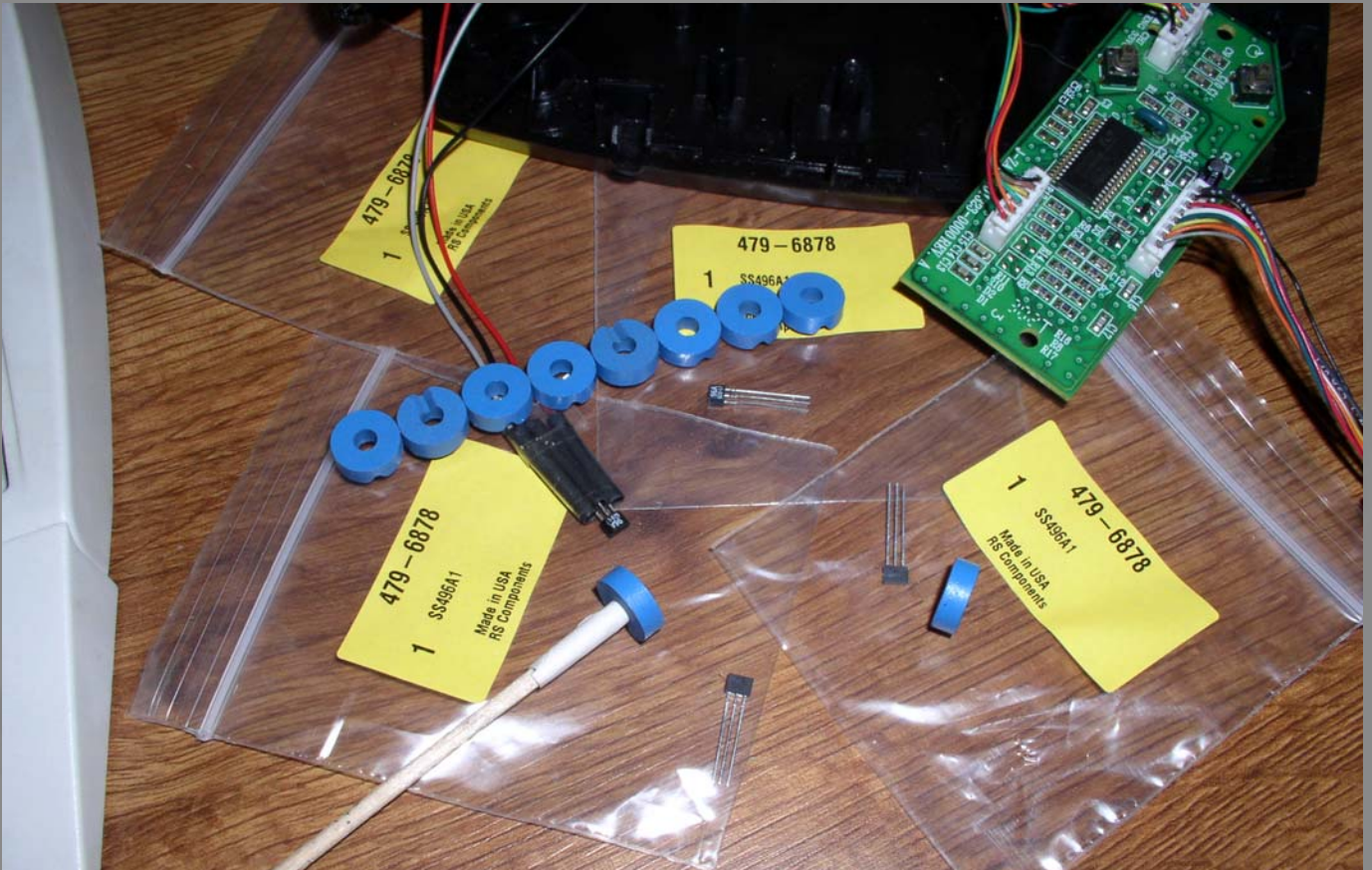
Konstrukce joysticku. Nebude jednoduché některé typy předělat díky vřlím v osách ...



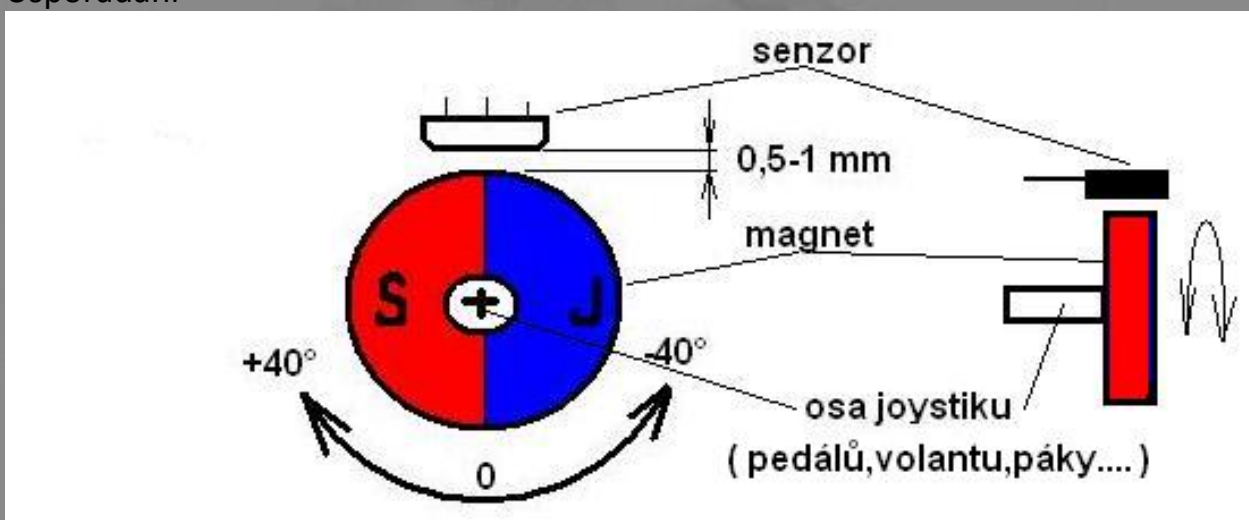
Zapojení



Tak mi konečně přišly magnety, které bych si představoval pro reálné použití. Jedná se o toroid na bázi Neodym-železo-bor (NdFeB) o rozměrech: vnitřní průměr 4 mm, vnější průměr 12 mm, výška 4 mm, diametrálně zmagnetovaný (dva póly po obvodu). Fy. Stamag (Sinomag s.r.o., Světlá Hora) je dodává pod číslem: 205 980 533 000 000 000 za cca 31,50 Kč/1 ks a se senzorem bezproblémově fungují do vzdálenosti 1,5 mm od povrchu čidla.








## Uspořádání



## Stránka s hall sensory na Alfatronic

Adresa [Obs&callingPage=/jsp/browse/browse.jsp&BV\\_SessionID=@@@@2013581748.1171553226@@@@&BV\\_EngineID=cccladdkedihkecefeceidgondhgq.0&cacheID=czie&Nr=avl:c](#)

[Zobrazení certifikátu shody RoHS](#)

<input type="checkbox"/>	<a href="#">Latched sensor, 180gauss 3.8-24Vdc</a> ✓ <b>RoHS</b>		1+ 54,5 Kč 50+ 48,9 Kč	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Order"/>	Cena za: EACH
RS skladové číslo <b>181-1457</b> Manufacturer <b>Honeywell</b> Označení výrobce <b>SS466A</b> <a href="#">Na sklade (v Anglii)</a> <a href="#">Zobrazení certifikátu shody RoHS</a>						
<input type="checkbox"/>	<a href="#">2polar latching sensor, 60gauss 3.8-24Vdc</a> ✓ <b>RoHS</b>		1+ 64,4 Kč 50+ 57,8 Kč	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Order"/>	Cena za: EACH
RS skladové číslo <b>181-1463</b> Manufacturer <b>Honeywell</b> Označení výrobce <b>SS411A</b> <a href="#">Na sklade (v Anglii)</a> <a href="#">Zobrazení certifikátu shody RoHS</a>						
<input type="checkbox"/>	<a href="#">Ratiometric linear hall-effect sensor</a> ✓ <b>RoHS</b>		1+ 97,7 Kč 25+ 87,7 Kč	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Order"/>	Cena za: EACH
RS skladové číslo <b>479-6878</b> Manufacturer <b>Honeywell</b> Označení výrobce <b>SS496A1</b> <a href="#">Na sklade (v Anglii)</a> <a href="#">Zobrazení certifikátu shody RoHS</a>						
<input type="checkbox"/>	<a href="#">SS495A1proportional o/p sensor, 4.5-10Vdc</a> ✓ <b>RoHS</b>		1+ 103 Kč 50+ 92,4 Kč	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Order"/>	Cena za: EACH
RS skladové číslo <b>216-6247</b> Manufacturer <b>Honeywell</b> Označení výrobce <b>SS495A1</b> <a href="#">Na sklade (v Anglii)</a> <a href="#">Zobrazení certifikátu shody RoHS</a>						
<input type="checkbox"/>	<a href="#">SS495A proportional o/p sensor, 4.5-10Vdc</a> ✓ <b>RoHS</b>		1+ 75 Kč 50+ 67,3 Kč	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Order"/>	Cena za: EACH
RS skladové číslo <b>216-6231</b> Manufacturer <b>Honeywell</b> Označení výrobce <b>SS495A</b> <a href="#">Na sklade (v Anglii)</a> <a href="#">Zobrazení certifikátu shody RoHS</a>						

4 - 10V(dc) [1]

**Více**

**Supply Current**

[10 mA max.](#) [4]  
[8.7 mA max.](#) [3]  
[7 max.mA](#) [2]  
[3.5 mA typ.](#) [1]  
[5 mA typ.](#) [1]

**Více**

**Output Voltage**

[0.40V max.](#) [4]  
[0.2V typ.](#) [3]  
[1.75 - 2.25V \(@ 5V zero. g\)](#) [1]  
[24V max.](#) [1]

**Output Current (mA)**

[20 max.mA](#) [5]  
[10 max.mA](#) [3]  
[15 max.mA](#) [1]

**Operating Temperature Range**

[-40 to +150°C](#) [7]  
[-55 to +150°C](#) [4]  
[-40 to 125°C](#) [2]  
[-40 to +85°C](#) [1]  
[-20 to +85°C](#) [1]

**Více**

**Magnetic Characteristics**

[±2.2Gs](#) [2]  
[±6Gs](#) [2]  
[±670 typ. @ -40 to +150° C](#) [2]

## Odkazy

Dodavatel senzorů v ČR : fy. Alfatronic

<http://www.rsczech.com/cgi-bin/bv/rswww/home.do?returningUser=Y&cacheID=czie>

Alfatronic-hall senzory

Domovská stránka Alfatronic > Electrical, Automation & Cables > Process Control > Sensors & Transducers > Hall Effect Sensors

Datové listy hall senzorů řady SS 490

<http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0445/0900766b80445225.pdf>

Dodavatel magnetů: fy. Stamag

[http://www.stamag.cz/index.php?id0=produkty\\_plastomagnety&id1=toroidy&id2=popis](http://www.stamag.cz/index.php?id0=produkty_plastomagnety&id1=toroidy&id2=popis)

Závěrem vám sděluji, že veškeré úpravy, dělané na podkladě tohoto článku, děláte pouze na vlastní nebezpečí a já se tímto zříkám jakékoliv odpovědnosti a zároveň vás prosím, jestli můžete, napište stručně své zkušenosti s vlastními zařízeními do „žvanírny“ Asfaltových holubů. Přeji hodně úspěchů !

„ Pete “

12.2. 2007